

厚生労働科学研究費補助金（化学物質リスク研究事業）
分担研究報告書

有機フッ素化合物の発がん性評価と評価スキームの確立に関する研究

分担研究項目：肝発がん物質短期検出スキームによる検討
非遺伝毒性肝発がん物質短期検出法による検討

研究分担者 鈴木周五 大阪公立大学大学院医学研究科分子病理学 教授

研究要旨

本研究は、有機フッ素化合物の肝発がん性について、遺伝子セットを用いた非遺伝毒性肝発がん物質短期検出法を用いて検討する。令和7年度は7物質についてOECDテストガイドラインのTG407：げっ歯類における28日間反復経口投与毒性試験を基に動物実験を行った。採取した肝組織からRNAを抽出、マイクロアレイ解析を行い、遺伝子セットを用いた非遺伝毒性肝発がん物質短期検出法を用いて、それぞれの物質の発がん性検出を行った。結果、Perfluoroheptanoic acid (PFHpA)、Heptafluorobutyl chloride (HFBC)、2,2,3,3,3-Pentafluoropropyl trifluoromethanesulfonate (PFPMs)及び2,2,3,3,3-Pentafluoropropan-1-ol (PFPO)が機序別統合モデルにおいて陽性と判定された。一方、基盤モデルではいずれも陰性と判定された。陽性と判定された物質はいずれもPPAR α を介した肝発がん機序が関与する結果が得られた。以上の結果から、化審法で実施される28日間反復投与試験において摘出した肝臓から得られたRNAを用いた遺伝子セットによる肝発がん性予測法により、PFHpA、HFBC、PFPMs及びPFPOは肝発がん性を有する可能性を示した。特にHFBCは、肝組織像も含めて肝臓における変化はPFOAに類似し、PPAR α を介した肝発がん機序を有する可能性が高く示された。

A. 研究目的

有機フッ素化合物であるPFAS (Per- and Poly-fluoroalkyl substances：パー及びポリフルオロアルキル物質)は幅広い用途で利用され、環境中での難分解性及び生体内蓄積性が問題となっている。近年、国内複数地域の浄水施設の水道水から基準値を超える濃度のPerfluorooctanoic acid (PFOA)とPerfluorooctane sulfonate (PFOS)が検出され、ばく露による有害性、特に発がんの健康影響が懸念される。特にPFOAやPFOSは国際がん研究機関(IARC)によりグループ1と2Bに分類され、実験的にラットの肝臓を主体に発がん性報告があり、有機フッ素化合物の発がん性検証は喫緊の課題である。一方、有機フッ素化合物は1万種類以上存在し、これら全てを発がん性試験で検討することは莫大な費用や時間等を必要とし極めて困難である。従って有機フッ素化合物の発がん性を短期間、高精度かつ効率的に評価できる試験スキームの確立が求められる。

我々はこれまで既知発がん物質の大半が肝臓を標的にすることに着目し、遺伝毒性及び非遺伝毒性肝発がん物質を短期かつ高精度に検出できるスキームを確立した。本研究ではそのスキームを活用し、有機フッ素化合物の発がん性検証とともに、新たに有機フッ素化合物特異的な評価スキーム開発を行う。

令和7年は、非遺伝毒性肝発がん物質の発がん機序ごとに選出した遺伝子を組み合わせ開発した「遺伝子セットを用いた非遺伝毒性肝発がん物質短期検出法」を用いて、種々の有機フッ素化合物の肝発がん性

を検証した。

B. 研究方法

OECDテストガイドラインのTG407：げっ歯類における28日間反復経口投与毒性試験を基に動物実験を行った。6週齢SD雄ラットに被験物質を28日間投与後に屠殺剖検を行い、肝臓を採取した。肝臓からRNeasy mini kit (キアゲン)を用いてtotal RNAを抽出・精製し、GeneChip® Clarion D Assay, Rat (Rat Transcriptome Array 2.0)を用いて網羅的遺伝子発現解析を行い、被験物質ごとの遺伝子発現変化データを取得した。

得られた遺伝子発現変化のうち、既報論文(Kanki M et al., J Toxicol Sci, 2016)で報告した非遺伝毒性肝発がん物質検出モデル(基盤モデル)で、特異性及び感受性について検証した。この検出法は、感度77%、特異度100%、正答率95%と精度の高い検出法である。具体的には、GeneChip® Rat Genome 230 2.0 Arrayを使用して、非遺伝毒性肝発がん物質うち、細胞傷害(TAA、MP)や酵素誘導(PB、HCB)、PPAR α アゴニスト(CFB、WY)に属する2種の化学物質から統計的に有意な発現変動を示し共通する遺伝子を選出し、組み合わせた106遺伝子セットを用いて、非遺伝毒性肝発がん物質の検出(サポートベクターマシンによる数理的アルゴリズムによるモデル)により作成したモデルを用いて特異性及び感受性について検証した。

また、細胞傷害(TAA、MP)や酵素誘導(PB、HCB)、PPAR α アゴニスト(CFB、WY)に属する2種の化学物質

において、高用量及び中間用量を投与した群と対照群との発現差が Welch T 値で 5 以上となる遺伝子を選んだ後に各 2 種の化学物質で共通する遺伝子を選出した。次にそれぞれの属する化学物質の高用量投与群において、対照群との平均した発現差が 4 倍以上異なるとともに、42 の非発がん物質で発現変動平均が 1.5 倍以下となる遺伝子を選出した。その結果、細胞傷害 4 遺伝子、酵素誘導 2 遺伝子、PPAR α アゴニスト 18 遺伝子を選出された。それぞれの遺伝子を用いて各発がん機序に対し陽性となる予測モデルを作成し、いずれかで陽性と判定された物質を陽性と判定する新たな予測モデルを構築した（機序別統合モデル）。

令和 7 年度は、Perfluoro(2-methylpentane) (PFMP)、4-Chlorobenzotrifluoride (4-CBTf)、2, 2, 3, 3, 3-Pentafluoropropyl trifluoromethanesulfonate (PFPMs) 100 mg/kg、Nonafluorobutanesulphonic acid (PFBS) 20 mg/kg、Perfluoroheptanoic acid (PFHpA)、Heptafluorobutyryl chloride (HFBC)、2, 2, 3, 3, 3-Pentafluoropropan-1-ol (PFPO) 15 mg/kg で強制胃内投与を行った。

（倫理面への配慮）

大阪公立大学動物実験委員会から動物実験の許可を得、動物実験指針を遵守して行い、動物愛護に十分に配慮した。

C. 研究結果

一部の有機フッ素化合物投与群において、対照群に比べ体重増加の軽度抑制が見られたが、最終屠殺時において有意な体重減少を示す群は見られなかった（表1）。また、HFBC投与群において肝臓の相対重量が対照群に比べ有意な増加を認めた（表1）。

表1. 体重及び肝重量、摂餌・飲水量

Treatment	No. of rat	Body weight (g)	Liver		Food consumption	Water consumption
			Absolute (g)	Relative (%)		
Control	4	424.7 ± 6.3	16.2 ± 0.7	3.8 ± 0.1	24.1 ± 4.4	37.9 ± 6.3
PFMP	5	417.0 ± 33.6	16.8 ± 1.9	4.0 ± 0.2	24.5 ± 1.1	40.8 ± 4.2
PFHpA	4	410.2 ± 33.4	15.4 ± 1.6	3.8 ± 0.2	23.7 ± 2.6	38.3 ± 4.5
4-CBTf	4	405.6 ± 15.7	16.0 ± 0.6	3.9 ± 0.2	23.4 ± 3.4	34.4 ± 4.3
PFBS	5	424.0 ± 23.1	16.8 ± 1.5	4.0 ± 0.2	24.3 ± 4.6	40.1 ± 8.0
HFBC	6	419.3 ± 23.5	18.5 ± 2.1	4.4 ± 0.4**	25.7 ± 2.2	38.7 ± 2.9
PFPMs	3	407.3 ± 35.7	17.5 ± 3.3	4.3 ± 0.4	24.6 ± 2.5	38.5 ± 4.2
PFPO	6	421.5 ± 22.7	15.9 ± 1.4	3.8 ± 0.2	25.6 ± 1.2	37.7 ± 2.2

**：P<0.01 vs Control

肝臓の組織学的検討した結果、HFBC投与群において小葉中心性の肝細胞腫大と好酸性化が存在した（図1）。PFPMs投与群においても、やや小葉中心性に肝細胞腫大を伴うもののHFBC投与群に比べ明瞭ではなかった（図1）。また、PFPO投与群では微小炎症細胞集簇像が存在した。一方、他の有機フッ素化合物投与群では、投与群との差がはっきりしなかった（図1）。

各肝組織からRNAを抽出した結果、平均2.2 ± 0.7 μ g のtotal RNAを回収し、質もA260/A280が平均2.14 ± 0.02と良い状態だった。

各投与群における遺伝子発現データについて、構築済の非遺伝毒性肝発がん物質検出モデルに入力し、非遺伝毒性肝発がん性の陽性または陰性の判定を行った結果、PFHpA、HFBC、PFPMs、PFPOは、PPAR α 誘導モデルにおい

て陽性と判定され、HFBCは酵素誘導モデルにおいても陽性と判定された。一方、基盤モデルにおいては、いずれも陰性と判定された（表2）。

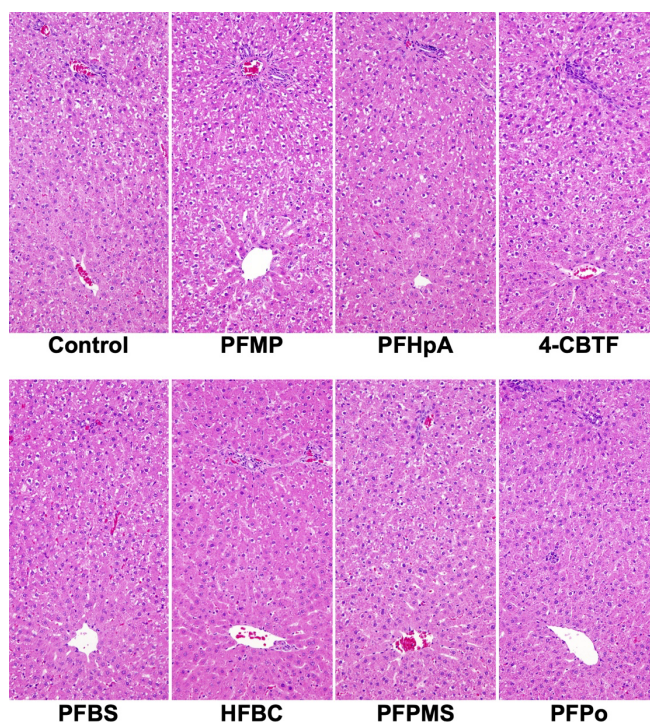


図1. 各物質を投与したラット肝組織像

表2. 非遺伝毒性肝発がん物質検出モデルの結果

物質	基盤モデル	機序別統合モデル		
		細胞障害	酵素誘導	PPAR α
PFMP	—	—	—	—
PFHpA	—	—	—	+
4-CBTf	—	—	—	—
PFBS	—	—	—	—
HFBC	—	—	+	+
PFPMs	—	—	—	+
PFPO	—	—	—	+

令和6年度に検討したPFOAについては、PPAR α 誘導による発がん性が報告されており、今回の陽性と判定された有機フッ素化合物も同じ機序による発がん機序が推察される。そこで、PPAR α の下流に位置すると報告がある遺伝子Cyp4a1（ヒトCYP4A11；マウスCyp4a10）及びAcox1の遺伝子発現変化を検討した結果、HFBCではいずれも高発現を示し、PFHpAやPFPMs、PFPOについてはCyp4a1の高発現を確認した（図2）。

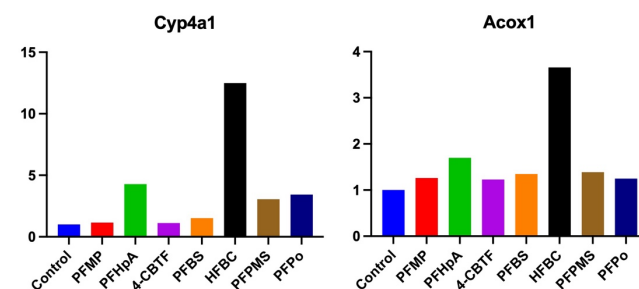


図2. 各物質を投与した肝における遺伝子発現変化

(microarrayデータより抽出)

D. 考察

今回、機序別統合モデルにおいて発がん物質と判定された物質が4つ存在した一方で、基盤モデルにおいてはいずれも陰性と判定されており、以前に検証した発がん物質での検討でも見られたとおり、基盤モデルは特異度が100%と高いものの、感度が低い問題点が提示された可能性がある。

今回、PPAR α 誘導モデル及び酵素誘導モデルいずれにも陽性と判定されたHFBCは、病理組織像においても小葉中心性肝細胞腫大と好酸性化が存在し、その組織像変化は令和6年度に検討したPFOA及びGenXに類似し、PFOAと同様にPPAR α 活性化を介した肝臓への発がん性を示す可能性が高いと推察される。一方、PPAR α 誘導モデルでのみ陽性と判定されたPFHpA、PFPMs、PFPOについては、病理組織像でPFOAに類似した変化も乏しく、PPAR α 関連の遺伝子発現変化もHFBCに比べ弱いことから、その発がんへの影響力は、HFBCよりも低い可能性が示された。

令和6年度に行った有機フッ素化合物も含めて、非遺伝毒性肝発がん物質短期検出法により陽性判定とされた物質は、いずれもPPAR α 誘導モデルにより陽性判定を確認しており、有機フッ素化合物による発がん機序としてPPAR α 活性化が重要である可能性が高い。より精度の高いPPAR α 関連肝発がん物質検出法の確立が、有機フッ素化合物の発がん性検出に役立つ可能性が示された。

さらに、令和6年度及び令和7年度に本検出法で検討した13物質について、QSARによるISS分類との比較を行った。その結果、本検出法では13物質中6物質が陽性を示した。QSARで非遺伝毒性発がん性に分類された3物質のうち、本検出法では2物質 (PFOA及びPFHpA) が陽性、1物質が陰性であった。一方、QSARで遺伝毒性発がん性と予測された5物質では、2物質 (HFBC及びPFPMs) が陽性、3物質が陰性であった。さらに、アラート構造を有しない5物質では、2物質 [HFPO-DA (GenX) 及びPFPO] が陽性、3物質が陰性であった。以上の結果から、本検出法による評価結果はQSARのISS分類とは必ずしも一致せず、PFASの非遺伝毒性肝発がん性評価においては、QSAR分類のみではなく、遺伝子発現応答に基づく短期検出法を組み合わせて評価することが重要であると考えられた。

E. 結論

化審法で実施される28日間反復投与試験において摘出した肝臓から得られたRNAを用いた遺伝子セットによる非遺伝毒性肝発がん物質予測モデルにより、PFHpA、HFBC、PFPMs及びPFPOは肝発がん性を有する可能性を示した。

F. 研究発表

1. 論文発表

1. Vachiraarunwong A, Fujioka M, Alexander DB, Suzuki S, Guo R, Qiu G, Kawamura Y, Shibano K, Noura I, Praseatsook K, Akane H, Takasu S, Tsuda H, Ogawa K, Wanibuchi H, Gi M. Developing a novel in vitro toxicity assay

for predicting inhalation toxicity in rats. *Toxicol Lett.* 2026; 415: 111803.

2. Guo R, Gi M, Kiyono T, Vachiraarunwong A, Suzuki S, Fujioka M, Qiu G, Praseatsook K, Kawamura Y, Kakehashi A, Noura I, Xie X, Wanibuchi H. Construction of a Novel 3D Urinary Bladder Mucosa Model and Its Application in Toxicity Assessment of Arsenicals. *Toxics.* 2025; 13: 828.
3. Gi M, Suzuki S, Saleh DM, Ahmed OHM, Alexander WT, Fujioka M, Vachiraarunwong A, Guo R, Qiu G, Noura I, Kakehashi A, Xie XL, Tsuruoka S, Hirose A, Naiki-Ito A, Tsuda H, Wanibuchi H. Comparative Gene Expression Analysis of Malignant Mesothelioma and Lung Adenocarcinomas Induced by Multi-Walled Carbon Nanotube-7 and Double-Walled Carbon Nanotubes in Rats: Distinct Molecular Signatures and Canonical Pathways. *Nanomaterials (Basel).* 2025; 15: 1806.
4. Nakano M, Gi M, Toyooka T, Suzuki S, Wanibuchi H, Takebayashi T. Occupational health topics series on the effects of chemicals: epidemiological and toxicological risk assessments of ortho-toluidine for bladder cancer. *J Occup Health.* 2025; 67: uiaf005.
5. Fujioka M, Suzuki S, Gi M, Noura I, Vachiraarunwong A, Kakehashi A, Wanibuchi H. Nicotine promotes the development of invasive bladder carcinoma in rats. *J Toxicol Pathol.* 2025; 38: 161-5.
6. Noura I, Suzuki S, Gi M, Fujioka M, Matsue T, Kakehashi A, Wanibuchi H. Comparative analysis of the toxic effects on the mouse lung of 4 weeks exposure to the heated tobacco product ploomTECH+ and 3R4F reference cigarettes. *J Toxicol Pathol.* 2025; 38: 147-54.
7. Suzuki S, Gi M, Yanagiba Y, Yoneda N, Uehara S, Yokota Y, Noura I, Fujioka M, Vachiraarunwong A, Kakehashi A, Koda S, Suemizu H, Wanibuchi H. Metabolism and effects of acetoaceto-o-toluidine in the urinary bladder of humanized-liver mice. *J Toxicol Pathol.* 2025; 38: 59-67.

2. 学会発表

1. 鈴木周五、魏民、藤岡正喜、Arpamas Vachiraarunwong、梯アンナ、鰐淵英機. 芳香族アミンによる職業性膀胱がん. 仙台、第114回日本病理学会総会、2025年4月17-19日
2. 鈴木周五. 病理医としてのアドバンテージを体感しよう ―海外における様々な病理医活動の紹介―. 仙台、第114回日本病理学会総会、2025年4月17-19日
3. Vachiraarunwong Arpamas、魏民、藤岡正喜、鈴木

- 周五、邱桂ギョク、郭潤傑、野浦郁恵、梯アンナ、PRASEATSOOK Kwanchanok、鰐渕英機。ラットの急性吸入毒性を予測する新規 in vitro 毒性試験系の開発。宜野湾市、第52回日本毒性学会学術年会、2025年7月2-4日
4. 梯アンナ、ワチラアルンウオンアルパマス、藤岡正喜、魏民、鰐渕英機、鈴木周五。MAFLD/MASH 肝発がんマーカーや分子機序への最近の洞察。九十九里、第38回発癌病理研究会、2025年8月20-22日
 5. 鈴木周五。病理学研究者の視点・観点。茅野、2025年度若手支援技術講習会、2025年9月3-5日
 6. 藤岡正喜、鈴木周五、魏民、梯アンナ、鰐渕英機。有機ヒ素化合物ジメチルアルシン酸のマウス経胎盤ばく露による肝発がん機序の検討。茅野、2025年度若手支援技術講習会、2025年9月3-5日
 7. 梯アンナ、西土井悠作、邱桂鈺、ワチラアルンウオンアルパマス、藤岡正喜、魏民、鰐渕英機、鈴木周五。ヒト浸潤性膵管癌における新規バイオマーカーとしてPRDX3の検討及び発がん機序解明。名古屋、がん予防学術大会2025名古屋、2025年9月12-13日
 8. Arpamas Vachiraarunwong, Kwanchanok Praseatsook, Rawiwan Wongpoomcha, Shugo Suzuki, Anna Kakehashi, Masaki Fujioka, Hideki Wanibuchi, Supachai Yodkeree, Min Gi. Chemopreventive Potential of Bioactive Peptides Derived from Black Soldier Fly Larvae. 名古屋、がん予防学術大会2025名古屋、2025年9月12-13日
 9. 小池遥己、小高和大、渋谷優空、関根航、茅野朋子、松本真理子、藤岡正喜、鈴木周五、魏民、戸塚ゆ加里。有機フッ素化合物(PFAS)の遺伝毒性評価。名古屋、第32回日本がん予防学会総会、2025年9月12, 13日
 10. 楠由希奈、神谷知憲、越前佳奈恵、鈴木周五、野中允幾、牟田優、笠島裕明、西山毅、大島正伸、前田清、大谷直子。空間トランスクリプトーム解析を用いた潰瘍性大腸炎関連癌マウスモデルの発癌過程における微小環境相互作用の解明。金沢、第84回日本癌学会学術総会、2025年9月25-27日
 11. 藤岡正喜、鈴木周五、魏民、Vachiraarunwong Arpamas、郭潤傑、河村百合菜、大石裕司、梯アンナ、鰐渕英機。ジメチルアルシン酸(DMA)の経胎盤ばく露によるF1マウスにおける発がん性の検討。金沢、第84回日本癌学会学術総会、2025年9月25-27日
 12. 郭潤傑、Vachiraarunwong Arpamas、鈴木周五、藤岡正喜、Qiu Guiyu、河村百合菜、梯アンナ、鰐渕英機、魏民。DMH投与ラットにおける大腸発がん初期の遺伝子発現変動。金沢、第84回日本癌学会学術総会、2025年9月25-27日
 13. 邱桂ギョク、魏民、鈴木周五、藤岡正喜、Vachiraarunwong Arpamas、郭潤傑、野浦郁恵、河村百合菜、鰐渕英機。カーボンナノチューブ誘発ラット肺発がんにおける物性の違いを踏まえた遺伝子発現変化の比較。金沢、第84回日本癌学会学術総会、2025年9月25-27日
 14. Vachiraarunwong Arpamas、鈴木周五、藤岡正喜、郭潤傑、Qiu Guiyu、野浦郁恵、Kawamura Yurina、梯アンナ、鰐渕英機、魏民。Structure-Dependent Hepatotoxicity and Carcinogenic Potential of PFASs in Immortalized Human Liver Cells。金沢、第84回日本癌学会学術総会、2025年9月25-27日
 15. 梯アンナ、西土井悠作、野浦郁恵、邱桂ギョク、Vachiraarunwong Arpamas、藤岡正喜、魏民、鰐渕英機、鈴木周五。ヒト浸潤性膵管癌における新規診断及び予後マーカーとしてPeroxisome oxidoreductin 3の解析。金沢、第84回日本癌学会学術総会、2025年9月25-27日
 16. 野浦郁恵、鈴木周五、井上健、梯アンナ、鰐渕英機。肺大細胞神経内分泌癌におけるbrain abundant membrane attached signal protein 1 (BASP1) の役割。金沢、第84回日本癌学会学術総会、2025年9月25-27日
 17. 鈴木周五、魏民、藤岡正喜、梯アンナ、鰐渕英機。動物モデルを用いた職業性膀胱がんの研究について。大阪、日本産業衛生学会第52回産業中毒・生物学的モニタリング研究会、2025年10月24-25日
 18. Arpamas Vachiraarunwong, Shugo Suzuki, Masaki Fujioka, Runjie Guo, Guiyu Qiu, Ikue Noura, Kawamura Yurina, Anna Kakehashi, Hideki Wanibuchi, Min Gi. Comparative hepatotoxicity of carboxylate and sulfonate per- and polyfluoroalkyl substances in immortalized human hepatocytes。大阪、日本産業衛生学会第52回産業中毒・生物学的モニタリング研究会、2025年10月24-25日
 19. 長谷川晋也、石ヶ守里加子、鈴木周五、大野麻理奈、吉田健一、垣内伸之、渡部光一、川口駿、小川誠司、戸塚ゆ加里。ヒト胎児腎細胞株を用いた Error-corrected NGS による化学物質の変異シグネチャー解析。静岡、第54回日本環境変異原ゲノム学会、2025年11月22-23日
 20. 藤岡正喜、鈴木周五、魏民、Vachiraarunwong Arpamas、野浦郁恵、邱桂鈺、河村百合菜、大石裕司、山口貴嗣、鰐渕英機。有機ヒ素化合物ジメチルアルシン酸の経胎盤ばく露による次世代雄性マウスにおける肝発がん機序の検討。大阪、第30回ヒ素シンポジウム、2025年12月6-7日
 21. Arpamas Vachiraarunwong, Masaki Fujioka, Shugo Suzuki, Runjie Guo, Guiyu Qiu, Yurina Kawamura, Ikue Noura, Anna Kakehashi, Min Gi, Hideki Wanibuchi. Comparative evaluation of responses to inorganic arsenicals and their metabolites in immortalized human bladder epithelial cells。大阪、第30回ヒ素シンポジウム、2025年12月6-7日
 22. Guiyu Qiu, 魏民、鈴木周五、藤岡正喜、山口貴嗣、鰐渕英機。Developmental exposure to diphenyl arsinic acid selectively alters gene expression in the hippocampus of SD rat offspring。名古屋、第42回日本毒性病理学会総会及び学術集会、2026年1月22-23日

23. 野浦郁恵、鈴木周五、魏民、藤岡正喜、松江泰佑、梯アンナ、鰐渕英機. 加熱タバコ製品Ploom TECH+と3R4F標準タバコに4週間曝露したマウスの肺に対する毒性影響の比較分析. 名古屋、第42回日本毒性病理学会総会及び学術集会、2026年1月22-23日
24. 河村百合菜、ワチラアルンウオンアルパマス、藤岡正喜、鈴木周五、邱桂ギョク、郭潤傑、野浦郁恵、梯アンナ、山口貴嗣、鰐渕英機、魏民. ヒト肺腺がん由来細胞株A549を用いたニュートラルレッドアッセイによる化学物質吸入毒性のin vitro代替評価法の開発. 名古屋、第42回日本毒性病理学会総会及び学術集会、2026年1月22-23日
25. 梯アンナ、西土井悠作、野浦郁恵、邱桂ギョク、ワチラアルンウオンアルパマス、藤岡正喜、魏民、鰐渕英機、鈴木周五. 膵管癌における新規診断及び予後マーカーとしてPeroxiredoxin 3の検討. 名古屋、第42回日本毒性病理学会総会及び学術集会、2026年1月22-23日
26. 藤岡正喜、鈴木周五、魏民、ワシラアルンウオンアルパマス、野浦郁恵、邱桂ギョク、河村百合菜、大石裕司、山口貴嗣、梯アンナ、鰐渕英機. 有機ヒ素化合物ジメチルアルシン酸の経胎盤ばく露による雄性仔CD-1マウスにおける肝発がん機序にはDNAメチル化異常が関与する. 名古屋、第42回日本毒性病理学会総会及び学術集会、2026年1月22-23日
27. 郭潤傑、Arpamas Vachiraarunwong、鈴木周五、藤岡正喜、Guiyu Qiu、河村百合菜、潘軍成、梯アンナ、鰐渕英機、魏民. Oncomodulin as an early marker in rat models of urinary bladder carcinogenesis. 大津、2025年度文部科学省学術変革領域研究学術研究支援基盤形成 先端モデル動物支援プラットフォーム 成果発表会、2026年2月19-20日
28. Min Gi, Arpamas Vachiraarunwong, Masaki Fujioka, Yurina Kawamura, Anna Kakehashi, Hideki Wanibuchi, Shugo Suzuki. A novel in vitro toxicology assay for predicting inhalation toxicity in rats. Society of Toxicology 2026 Annual Meeting and ToxExpo, San Diego, U.S.A., Mar. 22-25, 2026
29. Shugo Suzuki, Masaki Fujioka, Guiyu Qiu, Arpamas Vachiraarunwong, Anna Kakehashi, and Min Gi. Evaluation of the Hepatotoxic Effects of Various PFAS in a Short-Term Rat Study. Society of Toxicology 2026 Annual Meeting and ToxExpo, San Diego, U.S.A., Mar. 22-25, 2026

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
特になし。
2. 実用新案登録
特になし。
3. その他
特になし。